

Desafios da petroquímica brasileira no cenário global

Valéria Delgado Bastos

<http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>

DESAFIOS DA PETROQUÍMICA BRASILEIRA NO CENÁRIO GLOBAL

Valéria Delgado Bastos*

** Economista do Departamento de Indústria Química da Área de Insumos Básicos do BNDES.*

A autora agradece os comentários de Roberto Zurli Machado, Cynthia Moreira, Eduardo Fernandes e Gabriel Lourenço Gomes, respectivamente superintendente da Área de Insumos Básicos, chefe de departamento e gerentes do DEINQ. Erros e omissões eventualmente remanescentes são, entretanto, de responsabilidade da autora.

PETROQUÍMICA

Resumo

Enquanto no passado a liderança petroquímica mundial era determinada pelo estágio de desenvolvimento econômico dos países, a volatilidade de preços do petróleo e previsões de insuficiência de matérias-primas parecem imprimir mudanças profundas no cenário global e indicar uma nova racionalidade em que o dinamismo futuro da indústria estará atrelado ao acesso a mercados e ao controle da matéria-prima.

Além da tendência à ampliação do papel da Ásia, que hoje já responde pela maior parcela da produção mundial de petroquímicos básicos, as mudanças no cenário global passam pela emergência do Oriente Médio, em face dos expressivos investimentos pelas suas enormes vantagens de custo e disponibilidade de matéria-prima, paralelamente à transformação dos países desenvolvidos em importadores líquidos de produtos petroquímicos. Os novos investimentos envolvem ampliação expressiva do tamanho das plantas, por meio de parcerias inéditas entre tradicionais líderes químicas mundiais e empresas nacionais de petróleo e suas subsidiárias, impulsionando a inovação com foco na flexibilidade de matérias-primas em uma indústria que parecia ter alcançado sua maturidade tecnológica.

Este artigo objetiva analisar essas mudanças recentes da petroquímica mundial e suas implicações a médio prazo para a petroquímica latino-americana e, em particular, a brasileira, em vista de sua liderança regional, da consolidação recente de suas empresas e das perspectivas alvissareiras em termos de matérias-primas.

Enquanto a química derivada do carvão foi um subproduto da revolução industrial na Inglaterra e do restante do continente europeu nos séculos XVIII e XIX, a petroquímica é uma indústria com origem norte-americana, cuja história confunde-se com a própria história do petróleo/gás, a partir da emergência da automobilística, dos plásticos e do padrão de consumo hegemônico nos Estados Unidos. A petroquímica moderna surgiu em 1920, tendo sido decisiva para a emergência da nova indústria a introdução nas refinarias de processos de craqueamento, segundo estágio no refino do petróleo, que deram origem ao primeiro uso efetivo do eteno.

A Segunda Guerra Mundial consolidou o emprego de derivados do petróleo e a forte expansão da petroquímica até a década de 1970, quando o declínio da oferta e a escalada dos preços do petróleo impactaram diretamente a indústria, já abalada por sobrecapacidade, pela escassez de matéria-prima e pela recessão econômica. Nas duas décadas seguintes, teve início a ampla reestruturação que perdura até os dias atuais, com reposicionamento de empresas por meio de fusões e aquisições e menor diversificação de grandes produtores químicos.

Com efeito, a indústria petroquímica esteve afetada, de uma forma ou de outra, pela evolução da indústria do petróleo/gás, desde as mudanças geopolíticas com a constituição da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (Opep) e as duas crises do petróleo, que deslocaram o controle de preços e produção para os países produtores, resultando em progressiva diminuição da participação dos países desenvolvidos em termos de reservas (ainda que concomitantemente ao seu aumento da produção e consumo) e redução do papel das empresas petrolíferas privadas diante da expansão das empresas nacionais de petróleo. Estas empresas, essencialmente estatais, detêm mais de 90% das reservas mundiais de petróleo, uma participação que há trinta anos cabia às empresas internacionais privadas, e respondem por dois terços das descobertas recentes. O seu longo movimento de expansão impacta agora diretamente na petroquímica, pela constituição de subsidiárias e pela integração vertical desde o petróleo, a partir da instalação de unidades petroquímicas.

Atualmente, dois quintos da produção mundial de petroquímicos básicos pertencem à Ásia, seguida pela América do Norte e a Europa, tendência que deverá ser reforçada nos próximos anos com os expressivos investimentos, sobretudo na China, onde a crescente representatividade dos mercados tem estimulado a instalação de capacidade na região por empresas nacionais em parceria com líderes globais químicas ou do petróleo.

Investimentos petroquímicos ainda mais representativos estão sendo realizados no Oriente Médio, para produção de eteno e derivados com base no gás natural disponível e extremamente barato, além de unidades acessórias de propeno junto às refinarias, também por meio de parcerias entre grandes empresas químicas ou petrolíferas mundiais e empresas de petróleo do Oriente Médio e suas subsidiárias.

Ao longo de todo o processo de desenvolvimento e consolidação da indústria petroquímica mundial, os países latino-americanos tiveram participação limitada, que hoje corresponde a meros 4% da produção mundial. No entanto, as mudanças internacionais em curso abrem espaço para o desenvolvimento da petroquímica latino-americana, que conta com reservas importantes de matérias-primas e experiência de produção em alguns países.

No caso brasileiro, o porte reduzido das empresas e a disponibilidade de matérias-primas eram os principais limitadores da expansão petroquímica. Esses obstáculos vêm sendo enfrentados por meio de processos de reestruturação e consolidação empresarial e o equacionamento de matérias-primas vinha sendo buscado em fontes alternativas, fósseis ou renováveis, até o anúncio pela Petrobras, em 2008, de novos investimentos em refino e das perspectivas auspiciosas com a descoberta das enormes reservas de petróleo/gás do pré-sal.

Este artigo busca analisar as mudanças recentes da petroquímica mundial e suas implicações a médio prazo para a petroquímica brasileira e latino-americana. O texto está organizado em quatro seções, além desta introdução e das considerações finais. Na segunda seção, comenta-se a evolução da indústria petroquímica paralelamente à trajetória do petróleo e do gás natural. Na seção seguinte, são apresentadas as principais características técnicas do refino do petróleo e do processamento de gás natural para produção de matérias-primas petroquímicas, além das principais questões tecnológicas, especificamente dos petroquímicos básicos. Na quarta seção, são comentados o cenário mundial, investimentos em implantação de novas unidades e seus impactos na oferta global. Na quinta seção, são analisados os riscos e oportunidades abertas para a petroquímica brasileira em virtude das perspectivas mundiais.

Assimetrias no Desenvolvimento do Petróleo e da Petroquímica

As indústrias de petróleo/gás e petroquímica caracterizam-se por grandes assimetrias: quem detinha as maiores reservas de petróleo/gás não era necessariamente quem mais produzia, quem mais consumia e, principalmente, quem detinha a liderança na capacidade de refino e na produção petroquímica. Por razões

decorrentes do grau de desenvolvimento econômico, a correlação se dava em termos de consumo, capacidade de refino e produção petroquímica, não do controle das reservas.

A indústria do petróleo, tal como é hoje conhecida, surgiu nos Estados Unidos em meados do século XIX, com a primeira refinaria construída pela Standard Oil Company. Os poços de petróleo mais antigos do mundo estão localizados na América do Norte e no Mar do Norte, mas o avanço da indústria petrolífera norte-americana e de outros países desenvolvidos rapidamente alcançou países menos desenvolvidos, que detinham importantes reservas, pela ação da transnacionalização de suas empresas, as conhecidas “sete irmãs”, que, apesar das fusões e mudanças de denominação, sobrevivem até hoje. A primeira descoberta importante de petróleo no Oriente Médio, por exemplo, só ocorreu em 1908, no Irã; em 1927, no Iraque; e em 1938, na Arábia Saudita [Reisch (1998)].

Embora o primeiro produto químico fabricado com base no petróleo tenha sido o negro-de-fumo, em 1872, usado na produção de borracha sintética, a indústria petroquímica moderna surgiu efetivamente apenas na década de 1920, com vistas a aproveitar frações que sobravam do petróleo, com uma planta comercial de isopropanol da Standard Oil. Foi decisiva a introdução nas refinarias dos processos de craqueamento da Union Carbide, segundo estágio no refino do petróleo, que permitiram a produção de eteno, enquanto o propeno, o segundo mais importante petroquímico básico, foi originalmente subproduto do refino para produção de gasolina. Assim, os desenvolvimentos no processo de craqueamento de frações leves do petróleo levaram a melhorias na tecnologia de produção de combustíveis e avanços no desenvolvimento de derivados químicos [Reisch (1998)].

Embora a Primeira Guerra Mundial tenha imprimido dinamismo à indústria do petróleo, por meio do aumento do consumo de combustíveis fósseis e também pelo estímulo a produtos como benzeno e tolueno, foi nos anos 1920/1930 que a demanda crescente e a disponibilidade de petróleo e gás natural motivaram a expansão da indústria petroquímica, com participação ativa de empresas químicas norte-americanas. Na Segunda Guerra Mundial, volumes ainda mais expressivos de petróleo foram produzidos, empregados como combustíveis e produtos químicos de uso militar, como borracha sintética, tolueno e outros.

Após a guerra, plantas isoladas instaladas junto às refinarias começaram a dar lugar a parques de refino, que depois assumiram a forma de complexos petroquímicos em função de razões técnicas e econômicas. A integração empresarial só começou após as décadas de 1950 e 1960, pela necessidade de coordenação dos investimentos das duas gerações petroquímicas e do acesso a ma-

térias-primas, além da competição entre produtores [Coutinho (s/d) e Santos (2006)].

A crise do petróleo nos anos 1970, com declínio da oferta e escalada de preços, afetou diretamente a petroquímica, o que, somado à competição crescente, ao excesso de capacidade (decorrente da implantação de unidades europeias e japonesas) e à recessão econômica, levou à reestruturação dos produtores norte-americanos nos anos 1980. Estes reduziram seu leque de operações diversificadas, desfazendo-se de negócios na petroquímica e migrando para segmentos de maior lucratividade e vantagens competitivas, como especialidades químicas.

Nos anos seguintes, em que prevaleceram menores preços do petróleo e derivados, foram ainda mais amplas as mudanças na petroquímica, com a reestruturação dos produtores europeus e a emergência dos asiáticos no cenário global. As principais empresas passaram por fusões e aquisições visando fortalecer posições de mercado, ampliar economias de escala e reforçar capacitação tecnológica, o que resultou em concentração, aumento da escala e maior integração da cadeia petroquímica [Coutinho (s/d)].

No âmbito da indústria do petróleo/gás, mudanças geopolíticas levaram a conflitos e crises, desde a constituição da Opep, em 1960, às duas crises do petróleo na década de 1970, que forçaram os países produtores a assumir o controle de preços e produção, que antes cabia às empresas petrolíferas privadas. Além disso, ocorreu uma progressiva diminuição da participação dos países desenvolvidos nas reservas (concomitantemente ao aumento da sua produção e consumo de petróleo/gás) *vis-à-vis* os países em desenvolvimento, com redução do papel das empresas privadas diante da forte expansão das empresas nacionais de petróleo, essencialmente estatais. Há trinta anos, 95% das reservas de petróleo eram detidas por empresas privadas; atualmente, 93% delas são detidas por empresas estatais [Valor (2008)].¹

Embora empresas internacionais de petróleo, como ExxonMobil, BP e Shell, ainda sejam as maiores produtoras e detenham a maior capacidade de refino, auferindo as maiores receitas do setor (em torno de US\$ 300-350 bilhões anuais), são as empre-

¹ Hoje, os mercados mundiais de petróleo/gás são altamente concentrados, em termos regionais e empresariais. Mais da metade da produção mundial de petróleo cabe a sete países e, no caso do gás, a apenas quatro. Os países da Opep detêm 60% da produção e 75% das reservas totais de petróleo, com destaque para a Arábia Saudita (com 22% das reservas e 13% da produção mundial). Os Estados Unidos, segundo maior produtor mundial (8%), maior consumidor (24%) e com a maior capacidade de refino (20%), detêm participação cada vez menos importante nas reservas (em torno de 2%). No caso do gás natural, parcela expressiva das reservas (26,3%) e da produção mundial (21,4%) cabe à Rússia, com importantes reservas do Irã (16% do total mundial) e Qatar (14%) [BP (2007)].

sas nacionais de petróleo (como Saudi Aramco, cuja receita anual é de US\$ 200 bilhões, as chinesas Sinopec, CNPC e PetroChina, a venezuelana PDVSA, a mexicana Pemex, a iraniana NIOC e a russa Gazprom) que controlam atualmente a maioria das reservas mundiais e respondem por dois terços das recentes descobertas de petróleo [KPMG (2008)]. A mesma fonte constata que essas empresas já ocupam metade da lista das cem maiores empresas de petróleo do mundo divulgada anualmente pela *Energy Intelligence*.

O movimento de expansão dessas empresas nacionais de petróleo começa agora a ter reflexos mais diretos na petroquímica, por meio da constituição de empresas subsidiárias e da integração vertical pela implantação/expansão de capacidade em petroquímicos básicos e nas principais *commodities* (polietileno, polipropileno etc.), com vantagens de custo e ampla disponibilidade de matérias-primas, principalmente pelo uso do gás natural no Oriente Médio. Dados da consultoria SRI indicavam um custo do gás natural na região entre US\$ 0,70 e US\$ 1,70 o milhão de Btu, contra US\$ 7,25 nos Estados Unidos [Petro & Química (2007)].

O cenário atual da petroquímica mundial vem passando por uma nova onda de mudanças estruturais que envolvem a consolidação de novos (e importantes) atores, mas paralelamente à maior adaptabilidade e flexibilidade das empresas químicas líderes mundiais, que começaram a buscar parcerias internacionais e a constituição de *joint ventures* inéditas com os novos atores em meio ao deslocamento dos principais eixos produtor e consumidor – crescimento do Oriente Médio e Extremo (e, em menor escala, da América Latina), em detrimento dos países desenvolvidos (Estados Unidos e Europa Ocidental), que com a Ásia serão os prováveis importadores líquidos de petroquímicos [Abiquim (2007a)].

Esse deslocamento da oferta, determinado principalmente pelas restrições mundiais de matérias-primas e vantagens de custo e disponibilidade de petróleo/gás, tem levado a parcerias inéditas com *joint ventures* entre tradicionais *players*.

Um exemplo emblemático é o da empresa Dow Chemical, historicamente avessa a parcerias, que constituiu *joint-venture* com a Saudi Aramco, gigante mundial do petróleo, para construção de um megacomplexo petroquímico em Ras Tanura, na Arábia Saudita, além da parceria com a estatal kuwaitiana Petrochemical Industries Co., que, contudo, foi desfeita recentemente por iniciativa desta última. Emblemática, também, foi a aquisição da divisão de plásticos da GE pela Sabic, além da parceria da Saudi Aramco e Sumitomo. Independentemente do sucesso ou fracasso de uma ou outra dessas iniciativas, o movimento parece constituir uma tendência nova na petroquímica.

Do Petróleo à Petroquímica

Matérias-Primas

O petróleo, formado pela decomposição de matéria orgânica, é composto de hidrocarbonetos² e pequenas quantidades de átomos de enxofre, nitrogênio e oxigênio, além de impurezas na forma de compostos inorgânicos, cuja composição varia conforme os campos e poços, mas contém, *grosso modo*, os elementos apresentados na Tabela 1. Essas diferentes composições do petróleo em distintas regiões possibilitam produzir proporções variadas de derivados, cuja formação poderá ser feita de acordo com as faixas de destilação, como apresentado na Tabela 2.

Tabela 1
Componentes do Óleo Cru Típico

ELEMENTO	% EM PESO
Carbono	83.9 - 86,8
Hidrogênio	11.4 - 14.0
Nitrogênio	0.11 - 1.70
Oxigênio	0.50
Enxofre	0.06 - 9.0
Metais Fe, Ni, V etc.)	0,3

Fonte: Horta Nogueira (2003).

Tabela 2
Faixas de Destilação do Petróleo

DERIVADO	FAIXAS DE DESTILAÇÃO	PRINCIPAIS APLICAÇÕES
GLP	C3 e C4	Intermediário na produção de petroquímicos, combustível industrial ou doméstico, aerossóis
Nafta ou Gasolina	C5 a C9-12 (140 - 220° C)	Petroquímica (nafta leve) Combustível (nafta média e pesada)
Querosene	C10 a C18 (150 - 300° C)	Abastecimento de aeronaves pesadas, iluminante.
Óleo Diesel	C10 a C21 (170 - 370° C)	Abastecimento de veículos pesados, instalações de aquecimento de pequeno porte
Gasóleo	250 - 550° C	Combustível na metalurgia, combustível industrial leve
Óleo Combustível	Produto de Fundo	Combustível industrial, combustível para navios, veículo para inseticida agrícola
Asfalto	Produto de Fundo	Pavimentação, impermeabilização, pinturas
Parafinas	Não saem na destilação	Fabricação de fósforos, aditivo na fabricação de pneumáticos e em curtumes, indústria de velas, papéis, vinhos, borrachas e certos produtos químicos
Vaselinas	Não saem na destilação	Produtos de beleza

Fonte: Horta Nogueira (2003).

² Hidrocarbonetos, que podem ser gasosos, líquidos ou sólidos, são compostos químicos orgânicos constituídos de hidrogênio e principalmente carbono .

O petróleo cru não é utilizado diretamente, mas exige operações físicas e químicas realizadas nas refinarias destinadas a separar as frações desejadas que darão origem a produtos com usos e mercados específicos, desde combustíveis até matérias-primas petroquímicas, como a nafta. O gás natural gera também produtos empregados na petroquímica (etano, propano, butanos e o metano, que corresponde a mais de 90% da composição total) [Dantas Neto e Gurgel (s/d)].

Na operação de refino, empregam-se os processos de separação, de natureza física, destinados a desmembrar o petróleo em suas frações (tais como destilação atmosférica, destilação a vácuo e extração de aromáticos), e os processos de conversão, de natureza química, que objetivam modificar a composição molecular de uma fração com o intuito de valorizá-la economicamente (tais como craqueamento térmico, viscorredução, coqueamento retardado e processos catalíticos de síntese e rearranjo molecular, entre os quais craqueamento catalítico – FCC, hidrocrackeamento catalítico – HCC, hidrocrackeamento catalítico brando, alquilação catalítica e reforma catalítica). As reações de refinaria que têm maior importância para a produção química são o craqueamento³ – o *steam cracking*, ou craqueamento térmico (ou a vapor), e o *catalytic cracking*, ou craqueamento catalítico – e a reforma catalítica.

Os tipos de petróleo e suas frações são definidos pelo grau de densidade API (°API), do American Petroleum Institute.⁴ Quanto maior o valor °API, mais leve é o composto. Petróleos leves têm mais de 30° API (a nafta e a gasolina têm, por exemplo, 50° API e 60° API, respectivamente); os médios estão entre 21° e 30° API; e os pesados, abaixo de 21° API. O petróleo brasileiro é basicamente pesado. Isso não significa que não possua frações leves como a nafta, mas sim que existem em menor quantidade (cerca de 11%, enquanto o petróleo leve, com 35° API, produz mais nafta, cerca de 25%) [Horta Nogueira (2003)].

A indústria petroquímica corresponde à parte da indústria química que utiliza como matéria-prima a nafta ou o gás natural, hidrocarbonetos básicos extraídos do subsolo [SBRT (2007)]. Cabe notar, entretanto, que apenas 6% de todo o petróleo e do gás processados no mundo são usados pela indústria química – se considerado apenas o petróleo, só 10% é destinado à produção de nafta petroquímica [ChemSystems (2008a)].

³ Craqueamento é simplesmente o processo de quebra das moléculas pesadas em frações mais leves, de maior valor.

⁴ O grau de densidade API é dado por $^{\circ}\text{API} = \frac{145,5}{\text{densidade específica}} - 131,5$

A produção petroquímica inicia-se após o refino, última etapa da produção de petróleo, empregando a nafta⁵ ou os subprodutos obtidos das operações de craqueamento e da reforma catalítica, ou é ainda proveniente do processamento do gás natural (etano e propano). No caso do gás associado, é possível obter metano, etano, propano e butano, que são matérias-primas petroquímicas. Pode ainda empregar o condensado, um tipo de petróleo que pode ser misturado à nafta, em proporções pequenas [Bradesco (2008)].

Os grandes blocos da petroquímica são as olefinas⁶ (eteno, propeno e derivados do C4, como o butadieno) e os aromáticos (benzeno, tolueno e xilenos, conhecidos como BTX), que são petroquímicos básicos (ou de primeira geração) obtidos nas centrais de matérias-primas, com base nos quais são produzidos diversos petroquímicos de segunda geração (plásticos, intermediários para fibras e detergentes, entre outros). A natureza gasosa dos principais produtos da primeira geração petroquímica contribuiu para a tendência à integração da indústria, de modo que evite questões logísticas complexas e de elevado custo de transporte e armazenamento (ao contrário dos produtos de segunda geração, mais facilmente transportados e armazenados, commodities comercializadas internacionalmente) [Bradesco (2008)].

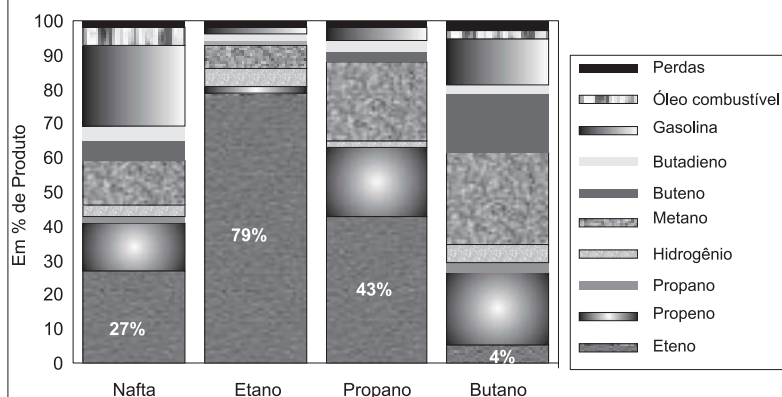
O tipo de matéria-prima empregado pela petroquímica tem rendimentos variados e determina um *mix* diferenciado de produtos. Sua escolha decorre, assim, da maior disponibilidade de uma ou outra matéria-prima e respectivos preços relativos e dos produtos finais desejados. No caso do eteno, os rendimentos de produção com base no gás natural superam os rendimentos da nafta (80% do etano em comparação com cerca de 30% da nafta), podendo ser considerado mais eficiente (ver Figura 1). Além disso, envolve menores custos fixos, ao contrário da nafta, que tem maior flexibilidade e possibilita um conjunto mais diversificado de petroquímicos básicos, com destaque para o propeno (Figura 2). Em função das características do petróleo (pesado ou leve) e do gás, há tendências regionais para a composição da principal matéria-prima petroquímica utilizada (Figura 3).

⁵ Chamada nafta petroquímica ou não-energética, que é uma mistura de hidrocarbonetos contendo de 6 a 10 átomos de carbono, obtida pelo processo de destilação atmosférica; por meio de um processo de fracionamento, são obtidas a nafta leve, média ou pesada. Distingue-se da nafta energética, utilizada na geração de gás de síntese, empregado na produção de gás canalizado doméstico [SBRT (2007)].

⁶ Olefinas são hidrocarbonetos cujas ligações entre carbonos são realizadas por meio de ligações duplas em cadeias abertas, podendo ser normais ou ramificadas. Compreendem os petroquímicos básicos: eteno, propeno e butadieno.

Figura 1

Padrões Típicos de Craqueamento por Matéria-Prima



Fonte: *Elaboração própria, com base em SBRT (2007).*

Figura 2

Nafta versus Gás Natural como Matéria-Prima Petroquímica

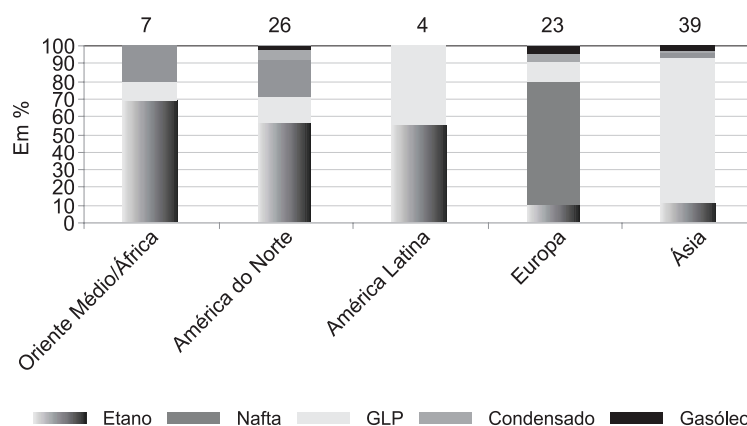
Nafta	Gás Natural
<ul style="list-style-type: none"> – maior versatilidade frente ao gás natural, podendo ser usada para produção de olefinas e aromáticos; – menor preço; – exige instalações de refino de petróleo; – operações químicas mais complexas; – mais poluente que o gás, aumentando custos de controle de poluição; – menor rendimento frente ao gás natural (3,5 t de nafta para produção de 1 t de eteno). 	<ul style="list-style-type: none"> – menor versatilidade, sendo empregado na produção de eteno; – menor preço; – não exige instalações de refino de petróleo; – operações químicas mais simples que a nafta; – menos poluente que o gás, reduzindo custos de controle de poluição; – maior rendimento frente à nafta (1,25 t de gás natural para produção de 1 t de eteno).

Fonte: *Elaboração própria, com base em SBRT (2007).*

Em síntese, as indústrias petroquímicas da Ásia e da Europa têm como matéria-prima básica a nafta, enquanto o Oriente Médio e a América do Norte empregam principalmente o etano. Na América Latina, a proporção é equivalente para as duas matérias-primas, com ligeira predominância da nafta em função do peso da petroquímica brasileira, que utiliza essa matéria-prima, enquanto os demais países da região utilizam o etano (Figura 4).

Figura 3

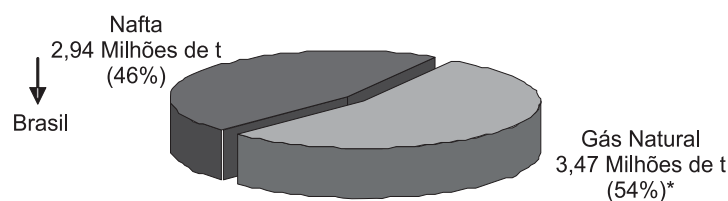
Participação na Produção e Fontes de Matérias-Primas por Região (2007)



Fonte: Parolin (2008).

Figura 4

Capacidade de Eteno na América Latina, por Fonte de Matéria-Prima (2007)



Fonte: Parolin (2008).

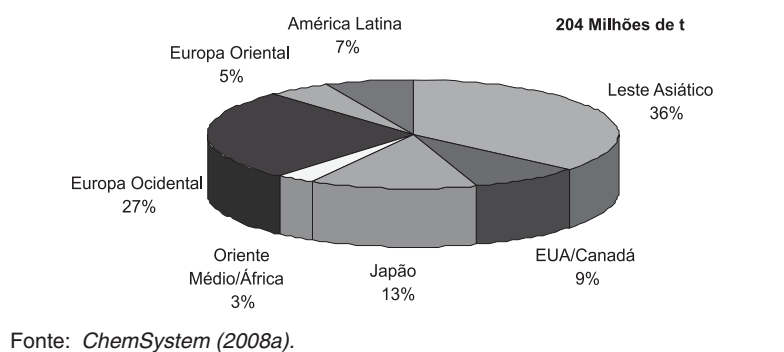
*Inclui 540 mil t/a da RioPol.

De todo modo, em termos mundiais, a nafta é ainda a principal matéria-prima, respondendo por mais da metade da produção petroquímica. Seu consumo para produção de olefinas é, atualmente, de mais de 200 milhões de t/a, puxado pela Ásia e Europa Ocidental (Figura 5).

A principal característica da indústria petroquímica é ser energointensiva e intensiva em capital, ilustrando um caso clássico de oligopólio concentrado, em que há fortes barreiras à entrada, concentração em grandes empresas e movimentos cíclicos de investimentos, preços e margens de lucro. Em função do longo período de maturação dos investimentos, a expansão da oferta ocorre “por saltos” à frente da demanda, com grandes acréscimos de capacidade instalada a cada ciclo de investimento. Isso implica um padrão de desequilíbrio permanente, que alterna períodos de pre-

ços e margens elevados no mercado internacional com períodos de baixa e compressão de margens pelo descasamento entre oferta e demanda [Bradesco (2008) e Kupfer (2004)].

Figura 5
Demanda de Nafta como Matéria-Prima para Olefinas (2005)



Os principais fatores de competitividade são a escala de produção, com vistas à apropriação de economias de escala (as centrais operam em torno de 90% da capacidade de modo que maximize a rentabilidade); a integração, obtendo economias de escopo; e tecnologias que permitam alcançar vantagens de custo (no caso dos petroquímicos de segunda geração, que também possibilitem diferenciação de produto) [Coutinho (s/d), Hiratuka et al. (2000) e Bradesco (2008)]. Alguns consideram importante a localização próxima ao mercado consumidor (no caso dos petroquímicos de segunda geração), embora o acesso da matéria-prima a baixo custo adquira importância crescente, dada sua participação de quase 80% no custo de produção dos petroquímicos básicos e a volatilidade dos preços do petróleo.

Em termos ambientais, a petroquímica responde por 30% do uso mundial de energia na indústria, dos quais mais da metade associada ao uso do petróleo/gás natural como matéria-prima. Consequentemente, a petroquímica responde por 18% das emissões diretas de CO₂ pela indústria (as emissões da indústria correspondem a 22% das emissões totais), sendo a terceira maior fonte industrial depois de ferro/aço e cimento [Gielen et al. (2007)].

A petroquímica baseia-se em tecnologias de processo (químico), a maioria desenvolvida ao longo do século XX. Em particular no segmento de petroquímicos básicos, em que os produtos são absolutamente homogêneos, a inovação, na forma de novas

Processos de Produção e Tendências Tecnológicas

rotas de processo químico, é orientada sobretudo para obtenção de vantagens de custo, via ampliação de escalas (economia de escala) e/ou eficiência energética. Não há espaço para inovações de produto com vistas à diferenciação e à obtenção de parcelas de mercado de concorrentes. Isso ocorre, entretanto, em algum grau, no segmento de segunda geração, no qual são conhecidas as tecnologias de processo (no caso dos plásticos, a polimerização), mas há campo para inovações de produto e, principalmente, para desenvolvimento de novas aplicações, por meio de mudanças nas características físico-químicas dos polímeros, e melhoria de suas propriedades, por meio de misturas e compostos e pela adição de aditivos e outras substâncias, com vistas ao desenvolvimento e à ampliação de mercados.

As inovações na indústria ocorreram concomitantemente à sua consolidação, desde o surgimento na década de 1920 – cerca de sessenta anos depois da primeira perfuração comercial de um poço de petróleo –, com maior dinamismo a partir da década de 1940, quando produtos sintéticos passaram a substituir com menores custos e maior eficiência os produtos naturais. Um ritmo mais intenso de inovações perdurou até os anos 1980, resultando no lançamento no mercado dos principais polímeros [Bastos (2007)].

A partir daí, à exceção do desenvolvimento de novas aplicações no segmento de segunda geração (principalmente polímeros), o amadurecimento da indústria e a existência de tecnologias consolidadas disponíveis para aquisição no mercado internacional fizeram com que a inovação pouco a pouco perdesse espaço como elemento central de competitividade, principalmente em segmentos como a primeira geração. Esforços importantes com vistas ao desenvolvimento de tecnologias de eficiência e menor consumo energético remontam aos dois choques do petróleo, mas foram paulatinamente abandonados com o recuo e a estabilização dos preços a partir da década de 1980.

No entanto, a volatilidade recente dos preços do petróleo e previsões de esgotamento de recursos fósseis, além das apreensões com o aquecimento global, fizeram renascer a preocupação energética e com a oferta de matérias-primas, dando lugar a um novo ciclo de inovações em uma indústria que parecia ter alcançado sua maturidade tecnológica. A insuficiência mundial de matérias-primas petroquímicas imprimiu, assim, mudanças no cenário global e deu novo ímpeto à inovação, com foco principal na flexibilidade de matérias-primas [Glass (2007)].

Como apontado por Gomes et al. (2005), as inovações petroquímicas têm sido reorientadas para o período pré-choques do petróleo, englobando o desenvolvimento de fornos de pirólise com maior capacidade e para cargas pesadas, com maior flexibilidade

de matérias-primas, maior eficiência e menor consumo energético, além das novas tecnologias de refino específicas para maximização de propeno derivadas das unidades convencionais de FCC (*fluid catalytic cracking*).

O eteno, o mais importante petroquímico básico em volume de produção, cuja capacidade atual de produção mundial é de 116 milhões de toneladas, é utilizado exclusivamente para fabricação de produtos químicos, com destaque para os polietilenos (de alta, baixa e baixa densidade linear), petroquímicos de segunda geração que, juntos, respondem por quase 60% do mercado total de eteno, com o restante usado na produção de óxido de eteno, dicloroetano, etilbenzeno etc. [Gielen et al. (2007)].

O propeno, segundo petroquímico básico em volume de produção (73 milhões de toneladas consumidas em 2007), pode ser usado na fabricação tanto de compostos para combustíveis automotivos quanto de produtos químicos, como o polipropileno (principal uso do propeno, correspondendo a dois terços do total, em 2007), ácido acrílico/acrilatos, acrilonitrila e óxido de propeno. É quase sempre um subproduto, seja do refino do petróleo (dois terços do propeno produzido no mundo provêm do refino), seja da produção de eteno por craqueamento da nafta e do etano (um terço do propeno existente) [Dantas Neto e Gurgel (s/d)]. Mesmo com forte crescimento da demanda e custos abaixo do eteno, a produção de propeno passou por redução da oferta em função do fechamento de fábricas de craqueamento térmico na década de 1990, fruto do processo de reestruturação.

O eteno é produzido principalmente por craqueamento térmico de diversos hidrocarbonetos e tem várias alternativas tecnológicas, embora as mais tradicionais seriam da Kellog Brown & Root (com base na nafta, etano e gás óleo) e da alemã Lurgi AG (com base em hidrocarbonetos leves, etano, nafta e resíduos de hidrocarbonetos) [SBRT (2007)], podendo ser produzido também por craqueamento catalítico.

No caso do propeno, os principais processos são também craqueamento a vapor e catalítico, além da recuperação de correntes de refinaria⁷ e, mais recentemente, desidrogenação do propano (processo que opera com altas temperaturas, mas baixa pressão) e os processos *high propylene catalytic cracking* e *deep catalytic cracking* (DCC). A oferta mundial insuficiente de propeno tem estimulado os muitos desenvolvimentos tecnológicos, que incluem, ainda, a pirólise catalítica, a metátese de olefinas, o *high severity* (*high*

⁷ Conforme apontado por Hiratuka et al. (2000), a recuperação de correntes de refinaria vem tendo uso crescente internacionalmente e no Brasil pelo custo altamente competitivo.

propylene) *fluid catalytic cracking*, os processos baseados no gás natural, a interconversão de olefinas e os processos que partem do metanol⁸ (*methanol to olefins*, conhecido como MTO, e *methanol to propylene*, conhecido como MTP), que utilizam gás natural ou alternativas como carvão e mesmo biomassa [ChemSystems (2008b), Lima Neto et al. (2008) e Sanches et al. (2008)], o que parece indicar uma tendência mundial de uso de tecnologias alternativas para geração do propeno, instaladas inclusive nas refinarias.

No caso da metátese de olefinas, destacam-se os processos da Lyondell para produção de propeno com base no eteno (desenvolvido na década de 1960, mas em operação só em 1985) e da Lummus (licenciada para várias plantas em operação) [Sanches et al. (2008)]. No caso da interconversão de olefinas, processo baseado no craqueamento catalítico de olefinas C_4/C_5 , os licenciadores são ExxonMobil, Lyondell/Kellogg, Lurgi e UOP/Atofina, mas não há plantas em operação.

O *methanol to olefins* (MTO) tem como licenciadores UOP e a Lurgi (neste caso, *methanol to propylene* – MTP, que não permite produção de eteno, mas apenas de propeno) e até recentemente ainda não tinha plantas em operação (mas planejadas na China e Nigéria), embora exija alto investimento e gás a custo muito baixo (entre US\$ 0,50 e US\$ 0,80/milhões de Btu). No caso do MTP, além da Lurgi, existem tecnologias da ExxonMobil, UOP e DICP. Cabe mencionar também os desenvolvimentos recentes, tais como processos de craqueamento catalítico de olefinas e craqueamento catalítico por pirólise, ambos da Sinopec, o craqueamento catalítico do propeno, da ExxonMobil, e o processo Omega, da Asahi Kasei [ChemSystems (2008b), Lima Neto et al. (2008) e Sanches et al. (2008)].

Nas refinarias, cabe mencionar as tecnologias de FCC com mudança de alvo para produção de olefinas, em vez da produção de gasolina e GLP [Hiratuka et al. (2000)]. O FCC tradicional é um processo mundialmente difundido, de grande flexibilidade operacional e capacidade de usar cargas de mais baixo valor comercial (frações residuais) nas refinarias. O FCC petroquímico é uma variação do FCC convencional (UOP, KBR e Stone & Webster, principais licenciadores, além do Cenpes/Petrobras). Trabalha em temperatura de reação mais elevada, na presença de catalisador (severidade elevada), e permite o craqueamento de frações pesadas e médias, maximizando o rendimento das olefinas em relação ao GLP e/ou gás combustível [Pereira et al. (2007)].

⁸ O metanol é o petroquímico básico encontrado no gás natural.

Produção Mundial e Novos Investimentos Petroquímicos

A produção de petroquímicos básicos está hoje concentrada na Ásia (Tabela 3), que detém quase 40% da produção mundial, seguida pela América do Norte (26%) e a Europa (23%). O Oriente Médio ainda ocupa posição pouco expressiva e, com a África, responde por apenas 7% da produção mundial, mas com perspectivas de ampliação de participação nos próximos anos em virtude dos investimentos na região – estima-se que possa superar 20% da produção mundial, em 2015 [Petro & Química (2007)]. Embora a participação da América Latina ainda seja reduzida (apenas 4%), há espaço para ampliação nos próximos anos, com os investimentos programados. Individualmente, os Estados Unidos lideram a produção de eteno (Figura 6), mas deverão ser fortemente afetados nos próximos anos.

Tabela 3

Produção Mundial de Petroquímicos Básicos (2006)

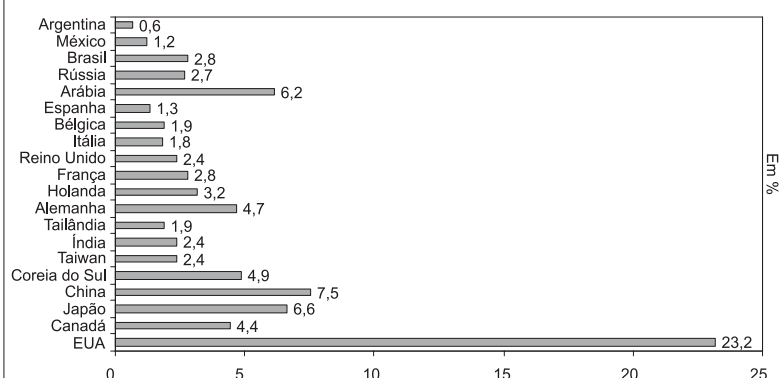
(Em Mil t)

	ETENO	PROPENO	BUTADIENO	BTX	TOTAL	%
América do Norte	33.492	22.621	3.111	23.610	82.834	26
América Latina	5.590	3.784	420	4.143	13.937	4
Europa	26.818	20.790	3.551	23.113	74.272	23
Oriente Médio e África	12.891	3.376	403	5.646	22.316	7
Ásia e Oceania	36.816	34.631	3.853	50.253	125.553	39
Total	115.607	85.202	11.338	106.765	318.912	100

Fonte: SRI apud Parolin (2008).

Figura 6

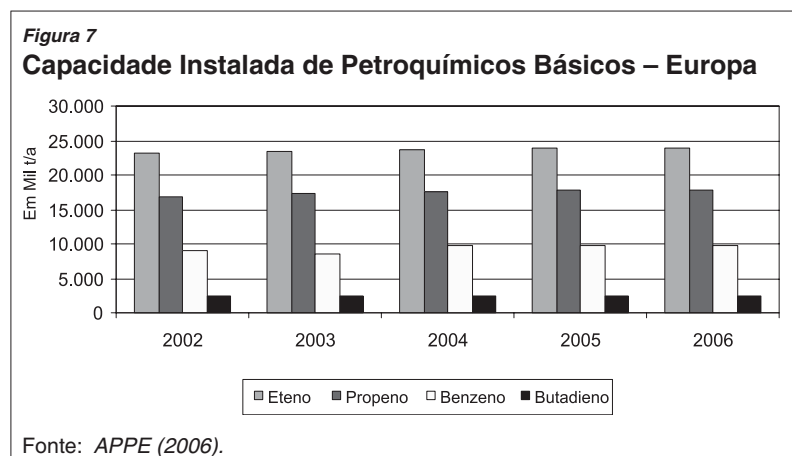
Ranking da Produção Mundial de Eteno



Fonte: Abiquim (2007a).

Nos países desenvolvidos, não estão previstos investimentos relevantes, mas adições mínimas de capacidade, com

perspectivas de aumento do nível de utilização, que os transformará em importadores líquidos de produtos petroquímicos. Na Europa, é mantida a estagnação dos investimentos da década atual (Figura 7), embora demanda crescente venha estimulando novos investimentos na Rússia [Sparshott (2008)], cujo parque petroquímico instalado na década de 1980 e restrições de matérias-primas têm levado à priorização do aumento da produção de etano, gás associado e nafta, no período 2008–2012, integrados a novos projetos petroquímicos.



A produção petroquímica europeia é fortemente baseada na nafta e nos condensados (75% da produção de eteno contra apenas 14% proveniente de etano, propano, butano e outros), enquanto na América do Norte a produção de eteno emprega etano como matéria-prima, permitindo que venha apresentando resultados mais satisfatórios graças aos melhores preços do gás em relação ao petróleo⁹.

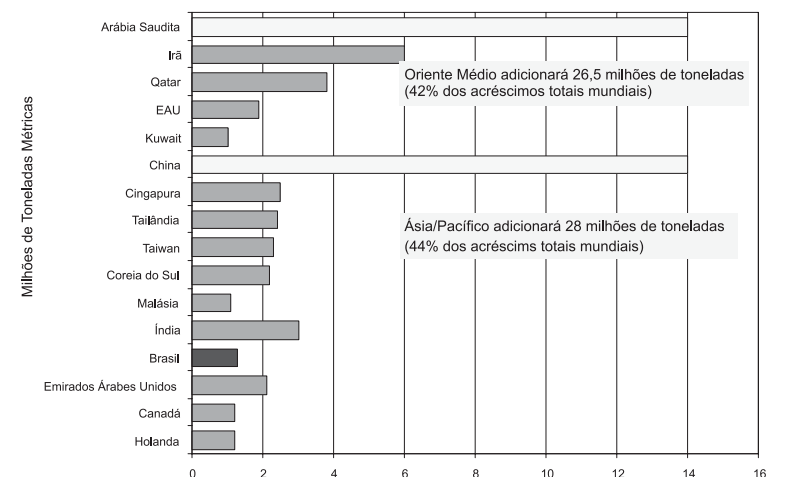
Os principais projetos petroquímicos no mundo estão localizados no Oriente Médio, pela disponibilidade e o custo das matérias-primas, e na Ásia, região que deverá continuar como o principal mercado consumidor e motor do crescimento mundial futuro – nos próximos dez anos, 60% do crescimento petroquímico mundial deverá ocorrer na Ásia, com a China respondendo por um terço desse crescimento [Glass (2007)]. No período 2000–2012, 44% do acréscimo de capacidade de eteno ocorrerá na Ásia e 42% no Oriente Médio (Figura 8). Segundo Glass (2007), a Ásia respon-

⁹ A região de Alberta, no Canadá, tem maior incentivo ao uso do etano pelo custo de produção inferior ao prevalecente nos Estados Unidos, embora a indústria química canadense venha enfrentando dificuldades de expansão da produção nessa região mais lucrativa pelas limitações da oferta de matéria-prima e o impacto do fechamento de plantas (Dow e Ineos-Nova), em 2006 [C&EN (2008)].

derá por 50% da demanda global por *commodities* químicas, em 2015 (caberá à China um quarto da demanda global).

Figura 8

Adições de Capacidade de Eteno (2000–2012)



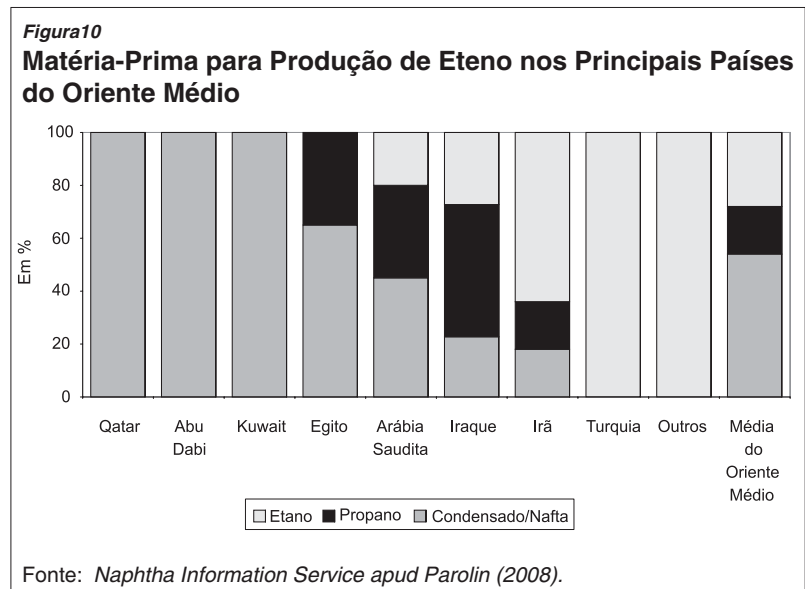
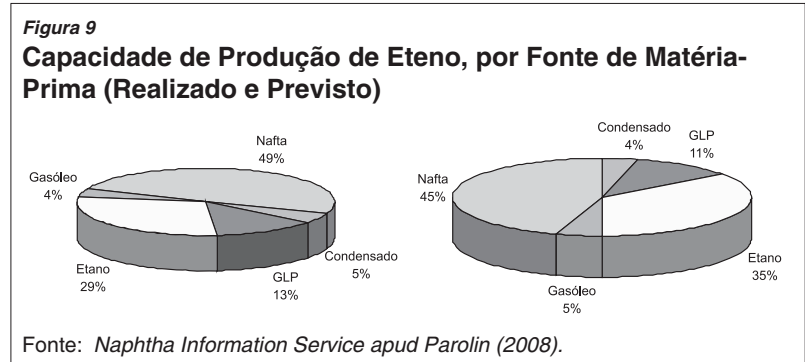
Fonte: APPE (2006).

A Ásia, que já lidera o *ranking* mundial de petroquímicos básicos, deverá ampliar sua participação com os novos investimentos previstos. Na China, onde a ampliação da produção petroquímica tem sido prioridade nos planos quinquenais do governo, a capacidade de produção de eteno, que supera 10 milhões de t/a em face dos investimentos do início da década, deverá atingir 17 milhões de t/a, conforme meta do 11º plano (2006–2010) [Kani (2008)]. Os principais projetos em implantação são das empresas Sinopec e PetroChina (do grupo da estatal do petróleo CNPC), isoladamente ou em parcerias com empresas como ExxonMobil e Saudi Aramco. Investimentos importantes serão também realizados na Coreia do Sul, Cingapura, Tailândia e Malásia. Contudo, com a continuação de forte crescimento da demanda por petroquímicos na China, ainda será exigida substancial importação, mesmo com a adição prevista de 2 milhões de toneladas anuais de eteno com as novas plantas [Kani (2008)]. De fato, a região apresenta déficit de capacidade de petroquímicos básicos (no caso do eteno, além da China, também Taiwan, Indonésia, Filipinas e Índia), que deverá ser ampliado se mantido o crescimento econômico da região.

As empresas petroquímicas asiáticas alcançaram posição destacada no cenário mundial, com destaque para as chinesas Sinopec e PetroChina, a coreana Yeochun NCC, a indiana Reliance, além da Formosa Petrochemicals FPC (Taiwan), da Petroleum Authority of Thailand – PTT (Tailândia), da Petronas (Malásia), aproxi-

mando-se das tradicionais japonesas (Mitsubishi, Mitsui, Sumitomo e Idemitsu, entre outras).

No Oriente Médio, a disponibilidade de gás natural será a base para investimentos de instalação de capacidade, contribuindo para o aumento da participação do etano como matéria-prima na produção de eteno relativamente à nafta (Figura 9). O etano não é, contudo, a única matéria-prima empregada no Oriente Médio e, com exceção do Kuwait, Qatar e Emirados Árabes Unidos, que usam exclusivamente essa fonte, os demais países utilizam também outras matérias-primas (Figura 10).

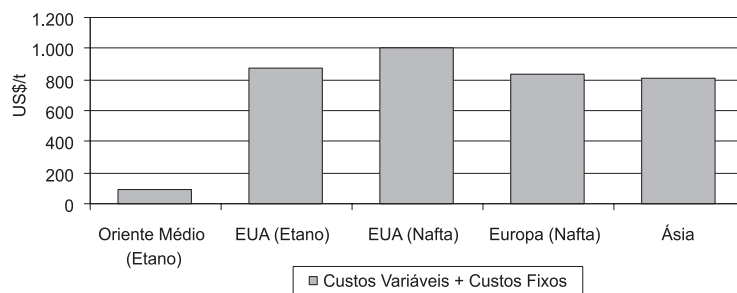


A disponibilidade e as expressivas vantagens de custos de matérias-primas no Oriente Médio têm levado à intensa promoção da petroquímica e à implantação de complexos industriais

pelos governos [El Banna (2006)] (Figura 11).¹⁰ Embora muitos desses projetos venham sofrendo atrasos [C&EN (2008)], quando em operação, permitirão ao Oriente Médio alcançar 20% da produção mundial petroquímica, boa parte destinada à exportação, inclusive para a Ásia [Bradesco (2008)].

Figura 11

Custo de Produção de Eteno, por Região e Fonte de Matéria-Prima



Fonte: CMAI (2007).

Tabela 4

Capacidade Instalada na Petroquímica Latino-Americana (2006)

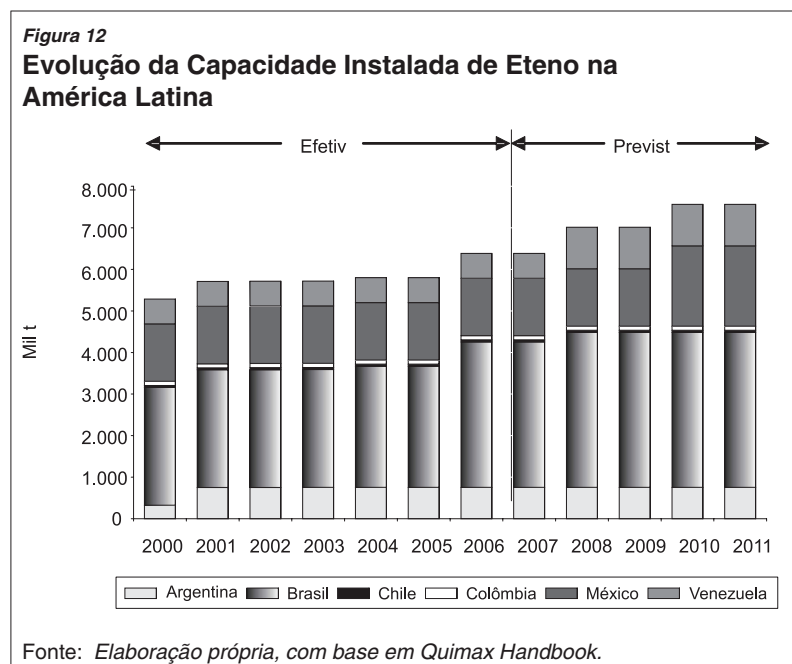
(Em Mil t/ano)

	ARGENTINA	BRASIL	CHILE	COLÔMBIA	MÉXICO	VENEZUELA	TOTAL
Eteno	752	3.500	50	100	1.382	600	6.384
Propeno	358	1.948	111	0	350	315	3.082
Benzeno	270	1.014	0	0	240	59	1.583
P-xileno	40	203	0	0	283	0	526
PEAD	540	2.032	0	0	200	310	3.082
PEBD	96	789	46	56	395	85	1.467
PEBDL	420	1.400	0	0	0	210	2.030
PP	305	1.415	130	380	240	110	2.580
PS	72	630	0	98	550	45	1.395
PET	245	394	0	40	945	0	1.624
PVC	240	789	0	369	536	185	2.119
Etilenoglicóis	0	325	0	0	460	82	867

Fonte: Elaboração própria, com base em Quimax Handbook (www.quimaxlatin.com).

¹⁰ O etano pode ser obtido do processamento do gás associado ou não-associado, sendo este último a matéria-prima preferencial do eteno no Oriente Médio devido ao seu custo muito baixo, embora a produção de petróleo cru na região venha crescendo apenas 1% desde a última década, o que limita consequentemente a oferta de gás associado [El Banna (2006)].

Na América Latina, o Brasil ocupa a posição de principal produtor de petroquímicos básicos (com exceção do p-xileno, no qual é superado pelo México) e lidera também o *ranking* de capacidade dos petroquímicos de segunda geração, em especial termoplásticos (com exceção do PET e dos etilenoglicóis, em que também é suplantado pelo México), conforme a Tabela 4. Essa liderança deverá permanecer depois das ampliações de capacidade previstas (Figuras 12, 13 e 14).¹¹



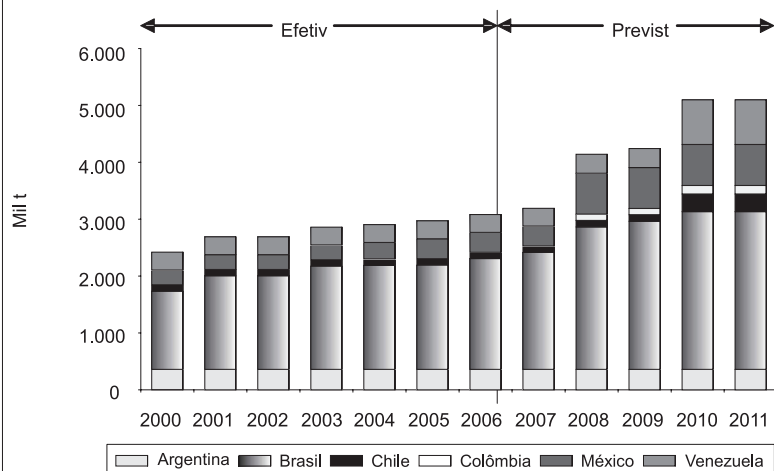
A importância brasileira na região é resultado do sucesso tanto na implantação quanto na reestruturação da petroquímica, instalada em três polos petroquímicos baseados na nafta – Capua-va (SP), Camaçari (BA) e Triunfo (RS) –, na Rio Polímeros, baseada no gás natural, além do projeto de implantação do Comperj, com base no petróleo pesado, ambos no Rio de Janeiro (Tabela 5). Mas a relevância brasileira decorre, simultaneamente, da fragilidade dos parceiros regionais, cuja petroquímica é incipiente, como no caso do Chile, ou que enfrentam obstáculos diversos, inclusive de natureza política, para expansão (como no caso do México e Argentina) ou implantação (Venezuela, Peru e Bolívia).

O petróleo e a petroquímica mexicana, com suas importantes reservas de hidrocarbonetos, chegaram a representar 55% do PIB, em 1990, mas progressivamente perdem importância. Sua participação foi reduzida a 25% do PIB, em 2004, com importações

¹¹ No caso do benzeno, são programadas ampliações apenas no Brasil, ao passo que no eteno também no México e Venezuela, enquanto no caso do propeno só não haverá ampliação de capacidade na Argentina.

Figura 13

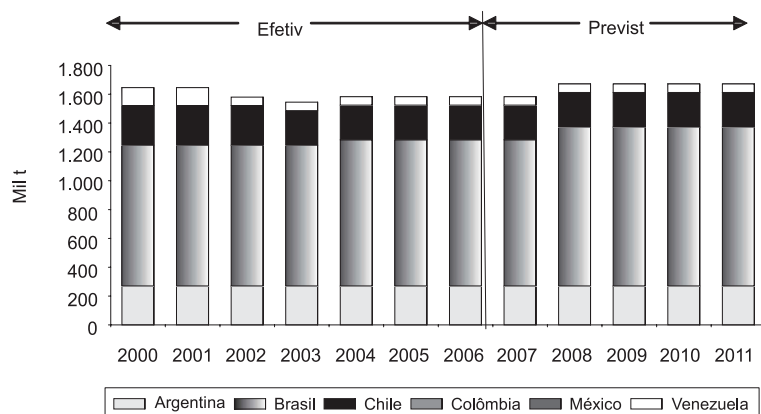
Evolução da Capacidade de Propeno na América Latina



Fonte: *Elaboração própria, com base em Quimax Handbook.*

Figura 14

Evolução da Capacidade de Benzeno na América Latina



Fonte: *Elaboração própria, com base em Quimax Handbook.*

crescentes de produtos petroquímicos (US\$ 6,5 bilhões, em 2006) e déficits comerciais em produtos químicos (US\$ 8,4 bilhões, em 2006). Os investimentos são apenas de expansão incremental das plantas existentes via desgargalamentos [E&CN (2008)]. O importante projeto Fênix, que transformaria o México em exportador líquido de petroquímicos para os Estados Unidos, a partir de investimentos estimados em US\$ 2 bilhões pela parceria entre a estatal do petróleo Pemex, empresas privadas mexicanas (Idesa e Idelpro) e a canadense NovaChemicals, foi, no entanto, interrompido, em grande medida pela incapacidade da estatal de assegurar os recur-

Tabela 5

Capacidade Instalada dos Principais Petroquímicos Básicos, por Empresa (2007)

	BRASKEM	COPESUL	PQU	RIOPOL
Eteno	1.280	1.135	500	520
Propeno	584	581	250	75
Benzeno	455	265	200	34

Fonte: *Abiquim (2007a)*.

sos do investimento e pela falta de acordo sobre o preço da matéria-prima [Nexant (2006) e QuimaxReport (diversos números)].

A petroquímica argentina, por seu turno, enfrenta problemas decorrentes da falta de disponibilidade de matérias-primas para expansão de capacidade. Foram grandes os esforços para implantação da indústria no país, que compreende vários polos regionais, com destaque para o de Bahía Blanca (que contava com disponibilidade de etano, pela convergência de dois gasodutos que provêm das maiores reservas do país, facilidades logísticas de portos e transporte terrestre). Embora a origem desse polo remonte à década de 1960, as primeiras plantas entraram em operação na década de 1980 e o projeto só avançou em meados da década seguinte, com a aposta de líderes químicos mundiais, como Dow e Solvay, e da decisão governamental de deixar o complexo em mãos privadas. Atualmente, o polo enfrenta problemas de disponibilidade de matéria-prima para expansão e falta de credibilidade nas regras depois da decisão do governo, em 2007, de priorizar a oferta de gás natural para atendimento domiciliar em detrimento da indústria, levando à paralisação de unidades, com possíveis impactos sobre a indústria (por exemplo, risco de reorientação das estratégias das empresas investidoras no polo, como a Dow, que pretendia ter Bahía Blanca seu centro de atuação regional). Iniciativas como o projeto Mega, que contemplaria uma planta separadora de gases em Neuquén e seu deslocamento por duto até Bahía Blanca, não decolam [QuiMax Report (diversos números) e Boero (2008)].

A Colômbia, apesar da importância do setor petróleo e da estatal Ecopetrol, tem uma petroquímica diminuta, com expansões previstas de natureza incremental. A petroquímica chilena é também pouco relevante e os projetos principais são craqueamento de 500 mil t/a de nafta, hoje parcialmente importada, e plantas de polietileno e polipropileno, da Empresa Nacional del Petróleo (Enap) e Petroquim, além de parceiros estrangeiros [Nexant (2006)]. Os casos mais complexos da região são Bolívia, Peru e Venezuela, com importantes reservas de hidrocarbonetos, mas envoltos em problemas de natureza geopolítica.

A implantação de uma indústria petroquímica boliviana demanda parcerias internacionais cuja concretização esbarra em desconfiança por causa das ações de nacionalização dos hidrocarbonetos. Ainda há incertezas quanto à retomada de projetos, como da brasileira Braskem com a estatal boliviana do petróleo, Yacimientos Petrolíferos Fiscales de Bolívia (YPFB), para implantação do complexo de olefinas (uma planta de eteno e duas de polietileno, com 600 mil t/a). O investimento de US\$ 1,5 bilhão, parte realizado em Puerto Suarez, na Bolívia, e parte em Corumbá, no Brasil, com base no fornecimento de 30 milhões de m³/dia de gás natural do gasoduto Bolívia-Brasil, corresponderia à primeira iniciativa de industrialização do etano, que hoje é exportado com o gás.¹²

Projetos petroquímicos também não avançam no Peru, apesar das reservas ricas em gás de alto teor. O caso mais emblemático é o projeto Camisea, encabeçado pela Pluspetrol Peru Corp. (subsidiária da Pluspetrol Argentina), em campo de gás descoberto pela Shell na década passada, dificultado por disputas socioambientais que unem indígenas e organizações ambientais internacionais contra o projeto. Segundo QuiMax Report (diversos números), há possibilidade de investimento da Pluspetrol em parcerias em uma planta de eteno/polietileno com base no etano para exportação para os Estados Unidos, além de projetos da Petrobras e da Repsol em novo campo de gás descoberto próximo a Cuzco e investimentos da Braskem, da Petrobras e da estatal PetroPeru para implantação de complexo gás-químico (o projeto é importante para a empresa brasileira pelo acesso à matéria-prima e aos mercados da costa oeste, Estados Unidos e Ásia).

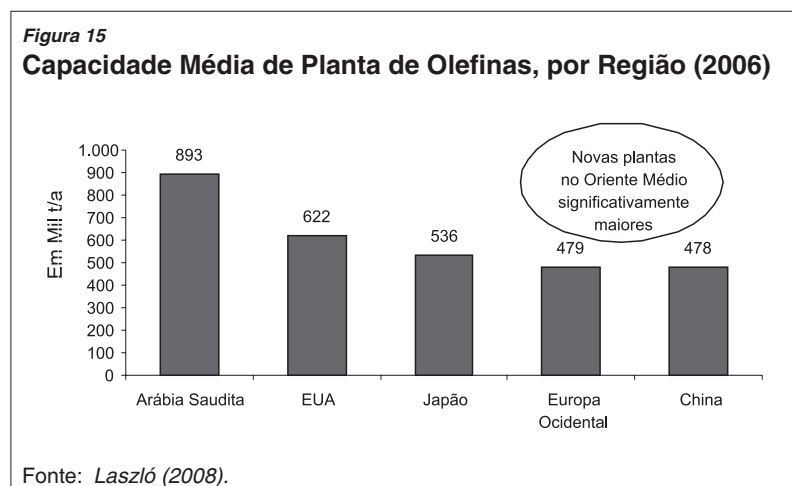
A Venezuela, apesar de incertezas políticas e da dificuldade de atração de investidores, tem planos ambiciosos para a petroquímica e para a Pequiven, subsidiária da estatal do petróleo PDVSA, que pretende posicionar entre as dez maiores petroquímicas.¹³ Com investimentos de US\$ 15 bilhões, até 2013, almeja triplicar a produção química [C&EN (2008)] de modo que alcance participação de 10% no PIB industrial, atendendo o mercado doméstico e exportações, revertendo a situação atual de importador líquido. A capacidade total de eteno passará a 3,2 milhões de toneladas.

¹² As incertezas políticas já levaram à saída da espanhola Repsol-YPF, que originalmente participaria do projeto em estudo desde o início da década. Outras negociações também foram abandonadas, como a do governo boliviano com a PDVSA e a russa Gazprom.

¹³ Ver site da empresa Pequiven – Petroquímica de Venezuela S.A., Mercado (2008) e QuiMax Report (diversos números). A chamada Revolución Petroquímica Socialista (2007-2013) prevê a execução de 35 projetos para produção de matéria-prima e 52 projetos de transformação petroquímica, resultando em aumento da produção de 11 milhões para 32 milhões de toneladas anuais e do faturamento de US\$ 1,7 bilhão para US\$ 20 bilhões/ano, além da geração em torno de 700 mil postos de trabalho (200 mil empregos diretos).

São contemplados projetos em todos os complexos petroquímicos: investimentos para produção de eteno, polietileno, polipropileno, soda e PVC, por meio do craqueamento do etano e da desidrogenação do propano, no Complexo Industrial de Jose (por duas *joint ventures* Braskem/Pequiven)¹⁴ e em El Tablazo (Pequiven), craqueamento de nafta em Valencia (Pequiven provavelmente com parceria), modernização do Complexo de Morón (novas plantas de amônia e ureia e fertilizantes, para atendimento do mercado doméstico e exportação), construção de planta de olefinas com base na nafta (e aromáticos, por meio de correntes de refinaria) no Complexo de Paraguaná, e instalação de planta de metanol, destinado ao mercado doméstico e internacional no Complexo de Guiria. São contemplados também investimentos nos Complexos de Navay, Ana Maria Campos, Puerto de Nutria e o Projeto Independência, além de projetos petroquímicos em refinarias [QuiMax Report (diversos números) e Nexant (2006)]. A Venezuela firmou acordo com o Irã, no final de 2007, para construção do Complexo Petroquímico Pars Del Sur, próximo a Teerã.

A Tabela 6, ainda que não se proponha cobrir todos os investimentos de ampliação de capacidade de eteno, principal petroquímico básico, dá uma noção da magnitude dos projetos da Ásia e do Oriente Médio – e em menor medida da América Latina – e evidencia a nova realidade da indústria petroquímica mundial com a constituição de alianças estratégicas e formação de *joint ventures* em parcerias entre Dow e Sabic, Dow e PIC (criando a Equate), Sabic e Shell (criando a Sadaf) e ExxonMobil e Sabic (criando a Yanpet). Uma última característica dos novos investimentos é o aumento significativo do tamanho médio das plantas (Figura 15).



¹⁴ Projetos destinados a atender o mercado doméstico e exportações para Europa, Estados Unidos e costa oeste da América do Sul.

Tabela 6

Adições de Capacidade de Eteno

PRODUTO/REGIÃO/EMPRESA	PAÍS	CAP. ATUAL (1.000 t/a)	ADIÇÃO DA CAP. (1.000 t/a)	INÍCIO DA OPERAÇÃO
América do Norte				
1 Nova Chemicals	Canadá	0	600	2010
América Latina				
2 Polimerica (Braskem + Pequiven)	Venezuela	0	1.300	2011
3 PQU (atual Quattor)	Brasil	230	500	2008
4 Westlake Chemical Corp.	Trinidad & Tobago	0	628	2010
5 Copesul (Atual Braskem)	Brasil	1.200	30	2008
6 Pemex – Petroleos Mexicanos	México	600	275	2010
7 Cystalsev + Dow	Brasil	0	350	2011
8 Braskem	Brasil	0	200	2010
9 Solvay	Brasil	0	60	2010
10 Comperj	Brasil	0	1.300	2012
Europa				
11 OMV Aktiengesellschaft – Schwechat Refinerie	Alemanha	340	110	2010
África				
12 Sonatrach + Total Petrochemicals	Argélia	0	1.100	2012
Oriente Médio				
13 Borouge Pte.Ltd. ¹	EAU	500	1.000	2010
14 Rabigh Refining & Petrochemical Co. ²	Arábia Saudita	0	1.300	2009
15 Dow Chemical Co. + Saudi Aramco ³	Arábia Saudita	0	1.300	2012
16 Easter Petrochemical (Sharq) ⁴	Arábia Saudita	0	1.300	2008
17 Basell Polyolefins Company N.V. + Sahara Petrochemical Co.	Arábia Saudita	0	1.000	2008
18 ARPC - Arak Petrochemical Company	Irã	0	500	2008
19 ARPC - Arak Petrochemical Company	Irã	0	1.100	2010
20 ARPC - Arak Petrochemical Company	Irã	0	318	2009
21 Dow Chemical Co. + Oman Oil Company	Oman	0	900	2009
22 Qatar Petroleum	Qatar	0	1.300	2009
23 Bakhtar Petrochemical Company	Irã	0	1.200	2009
24 Eastern Petrochemical Company (SHARQ)	Irã	0	1.200	2008
25 Jam Petrochemical Co. (JPC) ⁵	Irã	0	1.320	2008
26 The Kuwait Olefins Co. (TKOC) ⁶	Kuwait	0	850	2008
Ásia				
27 Sinopec - China Petroleum & Chemical Corp.	China	0	1.000	2009
28 Basf AG + Sinopec	China	600	150	2009
29 Shell	Cingapura	0	800	2010
30 Dow + Siam Cemet Group	Tailândia	0	900	2010
31 Chengdu Petrochemical Co. Ltd. + PetroChina Petrochemical Co	China	0	800	2010
32 Sinopec - China Petroleum & Chemical Corp + SK Corporation	China	0	800	2010
33 ExxonMobil Corp. + Fujian Petrochemical Co. Ltd.+ Saudi Aramco + Sinopec	China	0	800	2009
34 Kuokuang Petrochemical Technology Corp.	Taiwan	0	1.200	2014
35 Sinopec – China Petroleum & Chemical Corp.	China	0	1.000	2009
36 IndianOil – Indian Oil Corporation Limited	Índia	0	800	2009
37 Lotte Daesan Petrochemical Co. Ltd.	Coreia do Sul	666	334	2008

Continua

PRODUTO/REGIÃO/EMPRESA	PAÍS	CAP. ATUAL (1.000 t/a)	ADIÇÃO DA CAP. (1.000 t/a)	INÍCIO DA OPERAÇÃO
38 SP Chemicals Ltd.	Cingapura	0	800	2014
39 PTT Chemical plc	Tailândia	515	515	2009
40 Dow + Siam Cemet Group	Tailândia	0	800	2010
41 Petrochina Dushanzi Petrochemical Company	China	0	1.000	2008
42 Guangzhou PC	China	0	800	2009
43 Equate Petrochemical Co. KSCC	Kuwait	0	850	2008
44 Haldia Petrochemicals	Índia	560	728	2008
45 Honam Petrochemical	Coreia do Sul	720	750	2008

Fonte: Adaptado de Quimax Monitor World Investment Outlook e Polyolefins Consulting L.L.C., dez. 2007. (www.polyolefinsconsulting.com).

¹Joint venture entre Borealis e ADNOC, que será a primeira unidade a produzir polipropileno do etano, além de polietileno.

²Joint venture 50-50 Saudi Aramco – Saudi Arabian Oil Company e Sumitomo Chemical. Contempla também 900 mil t/a de propeno, 700 mil t/a de PP, 350 mil t/a de PEBDL, 300 mil t/a de PEAD.

³Projetado para ser o maior complexo petroquímico do mundo, com trinta plantas petroquímicas de escala global, localizado em Ras Tanura, integrado à refinaria de 550 mil bbl/dia da Aramco e à unidade de processamento de gás Ju'aymah. Custo total: US\$ 20 bilhões.

⁴Joint venture 50-50 entre Sabic – Saudi Basic Industries Corporation e o consórcio japonês SPDC. Contempla ainda 700 mil t/a de MEG, 400 mil t/a de PEBDL e 400 mil t/a de PEAD. Localizado em Al-Jubail.

⁵Subsidiária da National Petrochemical Co – projeto originalmente previsto para início de operação em 2005, mas adiado por falta de recursos e mão-de-obra qualificada. Contempla também propeno, PEAD, PEBDL e 300 mil t/a de PP.

⁶Complexo petroquímico (eteno + derivados). Joint venture entre Petrochemical Industries Co. of Kuwait e Dow Chemical (Projeto Olefins II).

Perspectivas para a Petroquímica Brasileira

Implantada há mais de três décadas por meio de políticas públicas ativas com forte intervenção estatal na produção/importação de matérias-primas e participação direta nas empresas segundo o modelo tripartite, a petroquímica brasileira conseguiu alcançar um parque fabril relativamente moderno, posição não desprezível no *ranking* mundial e capacidade de suprir uma parte dos produtos plásticos demandados no país, além de alguma capacidade exportadora. A capacidade produtiva de eteno, por exemplo, é de cerca de 3,5 milhões de toneladas anuais, que situa o país no 12º lugar do *ranking* mundial (2,7% do total) e 1º no *ranking* latino-americano (mais de dois terços do total regional) [Abiquim (2007b)]. Em 2006, o faturamento da petroquímica brasileira foi de cerca de US\$ 23 bilhões, correspondendo a cerca de 80% do faturamento total dos produtos químicos industriais [Silveira et al. (2008)].

Apoiada inicialmente na importação de petróleo e derivados, o país alcançou a autossuficiência de petróleo, mas ainda depende da importação de cerca de um terço da nafta consumida, além da importação de petroquímicos intermediários não produzidos no país.

Apesar de instalados em polos petroquímicos integrados, os produtores não eram integrados empresarialmente, tinham porte reduzido frente aos padrões internacionais, eram fabricantes de um único produto (monoprodutores) e instalados com base em comple-

xos arranjos societários no conhecido modelo tripartite. A abertura comercial da economia na década de 1990 – ao extinguir esquemas de proteção à indústria nacional com a eliminação do controle de preços e do comércio exterior – impôs novos desafios e tornou obsoleto o modelo petroquímico que fora satisfatório em um cenário de indústria protegida da competição internacional. Com a privatização, por meio da venda das participações acionárias da Petroquisa, foram abertas perspectivas de concentração e reestruturação da indústria para adequação das empresas brasileiras aos padrões internacionais e aos requisitos de competitividade (economias de escala e escopo, pela ampliação de porte e integração vertical e horizontal). No caso da Braskem, possibilitou alcançar 40% da capacidade de produção dos três principais petroquímicos básicos no país.

O processo de consolidação não estava, entretanto, concluído, pois a pulverização da indústria e os arranjos societários estruturados à época da implantação, ao atrelar grupos concorrentes no controle de empresas fornecedoras de petroquímicos básicos, passaram a constituir obstáculos à expansão [Gomes et al. (2005) e Borges (2007)].¹⁵ Apenas em 2007, por meio de movimentos de fusões e aquisições, teve lugar a conclusão da consolidação da petroquímica que resultou no retorno da Petrobras à indústria e em dois grupos privados nacionais de grande porte empresarial com maior integração vertical e horizontal e escala competitiva, permitindo definir estratégias até de internacionalização. São eles a Braskem (que passou a ter maior participação acionária da Petrobras e controlará a petroquímica das regiões Sul e Nordeste) e a Quattor (60% do capital votante com a Unipar e 40% com a Petrobras, reunindo ativos da Região Sudeste antes controlados pela Unipar e Suzano Petroquímica), como se vê na Figura 16.

A partir da consolidação, a Braskem, que já é a maior petroquímica latino-americana e tendo ocupado a 55ª posição no *ranking* das maiores empresas químicas mundiais por vendas em 2006 [Chemical Week (2007)], passa a ter importante posição no continente, mas porte ainda reduzido comparativamente aos principais produtores mundiais, como no caso da capacidade de produção de eteno (ver Tabela 7).

Além dos entraves societários, a expansão da petroquímica brasileira esbarrava em limitações da disponibilidade de matérias-primas. Estudo da Abiquim (2007b) apontava um cenário preocupante sobre o balanço oferta/demanda de petroquímicos básicos,

¹⁵ Isso ocorria com PQU e Copesul. A primeira enfrentava dificuldades para realizar investimentos de ampliação em função de sua localização e pelas disputas dos seis acionistas consumidores de petroquímicos básicos, atrelados no acordo de acionistas. A Copesul era controlada por dois grupos concorrentes, consumidores de petroquímicos básicos, ambos com mútuo direito de preferência pelo acordo de acionistas.

Figura 16
Braskem e Quattor

QUATTOR		BRASKEM	
Controle		Controle	
Unipar 60%		Odebrecht 37,2%	
Petrobras/Petroquisa 40% (46% ON)		Petrobras/Petroquisa 25% (30% ON)	
		BNDES 5,7%	
		Outros 31,9%	
Capacidade de Produção		Capacidade de Produção	
Eteno	1,0 milhão t/a	Eteno	2,5 milhões de t/a
Propeno	320 mil t/a	Propeno	1,3 milhão de t/a
Polietilenos	814 mil t/a	Polietilenos	2,0 milhões de t/a
Polipropileno	1,0 milhão t/a	Polipropileno	760 mil t/a
Receita Líquida	R\$ 6,5 bilhões	Receita Líquida	R\$ 18,5 bilhões
Ebitda	R\$ 850 milhões	Ebitda	R\$ 3,1 bilhões
Controle do Polo de São Paulo e do Novo Polo do Sudeste		Controle do Polo de Camaçari e Triunfo	

Fonte: *Elaboração própria, com base em Petrobras (2008) e outras fontes.*

diante das perspectivas de crescimento da economia brasileira e mundial. As projeções indicavam possibilidade de déficit de capacidade em 2020, principalmente de eteno e propeno, mesmo após a entrada em funcionamento do Comperj, com investimentos de US\$ 8,4 bilhões, que adicionará 1,3 milhão de toneladas de eteno, além de petroquímicos de segunda geração, até 2012.¹⁶

Ainda que as projeções da Abiquim, elaboradas antes da crise mundial, possam ter superestimado a expansão da demanda e talvez sejam conservadoras no caso da ampliação da oferta, as limitações da nafta eram reais e esbarravam em limitações técnicas e econômicas decorrentes da característica do petróleo brasileiro (composto em mais de 80% de frações pesadas). A autossuficiência brasileira na produção de petróleo não beneficiou diretamente nem foi decisiva para o sucesso da petroquímica. O país tem superávit na balança comercial de petróleo e derivados, exportando petróleo cru e alguns derivados (óleo combustível, combustível para embarcações etc.), mas é obrigado a importar derivados como nafta e óleo diesel. No caso da nafta, o país produz 70% do que consome (a produção de nafta representa apenas 8% dos derivados produ-

¹⁶ O Comperj utilizará o petróleo pesado de Marlim como matéria-prima, que possui grande disponibilidade no país, mas é exportado com deságio de US\$ 10-15 no mercado internacional em relação ao Brent (petróleo leve do Mar do Norte, capaz de produzir derivados mais nobres). Conforme Pereira et al. (2007), a natureza do petróleo nacional gera menor rendimento de nafta e produz nafta de pior qualidade. Com o Comperj, haverá benefício indiscutível para a Petrobras e economia de divisas superior a US\$ 2 bilhões anuais, em função da substituição da exportação de petróleo pesado pela venda de produtos petroquímicos de maior valor agregado.

Tabela 7

Principais Empresas Produtoras de Eteno – Globais e Latino-Americanas (2007)

GBAIS	PAÍS	Mil t Métricas	LATINO-AMERICANAS	PAÍS	Mil t Métricas
Dow	EUA	7.400	Braskem	Brasil	1.400
ExxonMobil	EUA	5.800	Copesul (Atual Braskem)	Brasil	1.200
Equistar (Subsidiária Lyondell)	EUA	4.900	Petroquímica Bahia Blanca	Argentina	800
Shell	Hol/RU	4.800	Petroquímica União (Atual Quattor)	Brasil	700
Ineos	RU	4.000	Pequiven	Venezuela	600
Chevron Phillips	EUA	3.500	Rio Polímeros (Atual Quattor)	Brasil	550
Formosa Petrochemicals	Taiwan	2.500	Ecopetrol	Colombia	100
Nova Chemicals	Canada	2.500	Petrox	Chile	50
Petrokemya (Subsidiária Sabic)	A. Saudita	2.400	Perez Companc	Argentina	40
Polimeri Europa (Controlada ENI)	Itália	2.300	Petrobras	Brasil	40

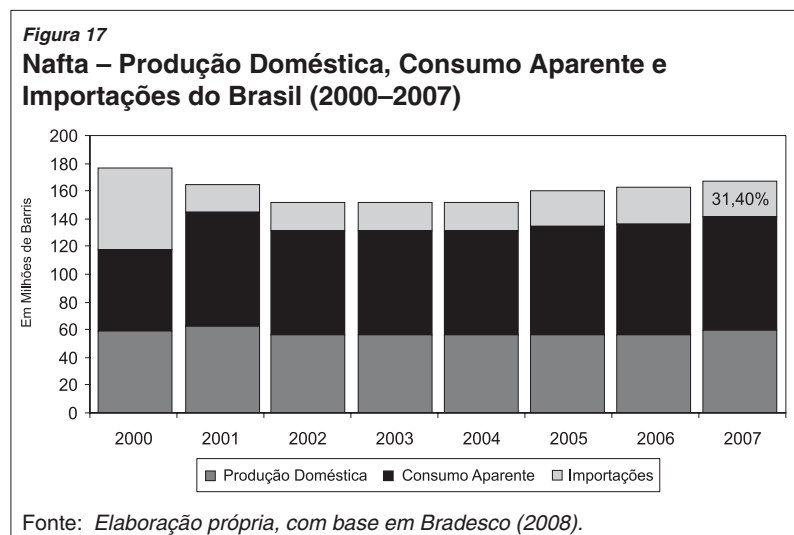
Fonte: *ChemSystems (2008a)*.

zidos no país) e o desequilíbrio perdura por toda a década atual, com perspectivas de aumento no caso de ampliação da produção petroquímica (Figura 17). No entanto, conforme Coelho (2008), as importações de nafta, em 2007, foram praticamente idênticas em valor ao que o país exportou com gasolina (US\$ 1,2 bilhão).

Há ainda a questão dos preços da nafta e sua importância para a formação de preços da petroquímica, tendo em vista a grande participação no custo das centrais e os impactos ao longo de toda a cadeia [Silveira et al. (2008)]. A importação de nafta segue a cotação internacional ARA (Amsterdã, Roterdã e Antuérpia), acrescida do custo logístico de internalização. O fornecimento de nafta pela Petrobras tem também seu preço atrelado às cotações ARA e à taxa de câmbio. Com isso, o custo da matéria-prima, que representa um percentual elevado dos custos das centrais, em torno de 76% no caso da Braskem [Bradesco (2008)], é apontado como fator de instabilidade. No caso do gás natural, a referência são os preços dos Estados Unidos (Mont Beview).

A insuficiência da oferta doméstica de nafta fez com que as expansões recentes dos petroquímicos básicos empregassem alternativas como o gás de refinaria, usado pela Petroquímica União, ou o gás natural, na implantação da Rio Polímeros, ou ainda o petróleo pesado no Comperj, além do uso de matérias-primas renováveis como o etanol para produção de eteno. No entanto, mesmo

esse conjunto mais amplo sofre limitações de oferta previstas para os próximos anos [Abiquim (2007a)] e deverá ser insuficiente para atender às necessidades do novo ciclo de investimentos petroquímicos.



As projeções da Abiquim (2007a) indicavam a continuação do déficit de nafta no país de mais de 2 bilhões de t/a, até 2020 (Tabela 8). O aumento da produção doméstica seria insuficiente para atender à demanda, implicando a continuidade das importações. A utilização do natural e do gás de refinaria, segundo o estudo, estaria restrita às plantas existentes, enquanto o uso do etanol para produção de eteno ficaria limitado a iniciativas isoladas.

Tabela 8
Balanço Projetado de Disponibilidade de Nafta

	2006	2010	2015	2020
Disponibilidade de Nafta Petroquímica (Mil t/a)	5.422	5.730	8.147	7.703
Demanda de Nafta Petroquímica (Mil t/a)	9.717	10.267	10.267	10.267
Nível Operacional (%)	96,8	96,8	96,8	96,8
Carga Centrais (Mil t/a)	9.406	9.938	9.938	9.938
Déficit de Nafta Petroquímica (Mil t/a)	(3.984)	(4.208)	(1.791)	(2.235)

Fonte: *Abiquim (2007b).*

No entanto, na virada 2007/2008, surgiram fatos novos que deverão alterar o cenário petroquímico brasileiro. Em primeiro lugar, a Petrobras anunciou investimentos de US\$ 43 bilhões para ampliação de capacidade das refinarias existentes – Replan (SP) e Repar (PR) – e a construção de novas (Premium), localizadas no Maranhão e no Ceará (com investimentos de US\$ 20 bilhões e US\$ 11 bilhões, respectivamente, em 2016), além de Pernambuco e o Comperj no Rio de Janeiro. Os novos investimentos permitirão ampliar a capacidade de refino do país de 1,8 milhão para 3,2 milhões de barris de petróleo por dia, em 2016, sendo 2,5 milhões de barris/dia já em 2013).

Em segundo lugar, a descoberta de campos de hidrocarbonetos na camada pré-sal em águas profundas, na Baía de Santos, do Espírito Santo a Santa Catarina, cria perspectivas efetivamente promissoras, não só pela dimensão das reservas como pelas características nobres do petróleo (predominantemente, frações leves). Estimativas indicam reservas de 5 a 8 bilhões de barris equivalentes de petróleo (bep) em cada um dos campos de Tupi e Júpiter, que demandarão investimentos de US\$ 10 bilhões, em dez anos, além das reservas de outros campos, inclusive Carioca, o maior, que poderia chegar a 33 bilhões de bep [Brasil Energy (2008)]. Ainda que sejam exigidos elevados investimentos em vista de altos custos de perfuração e logística, o pré-sal é capaz de provocar uma mudança de patamar, colocando o país no *ranking* dos maiores produtores de petróleo (à frente da Rússia ou mesmo da Venezuela) e, dessa vez, com efeitos profundos sobre a petroquímica.

Atualmente, a maior parcela da produção mundial de petroquímicos básicos cabe à Ásia, tendência que deverá ser reforçada pelos expressivos investimentos na região, particularmente na China. O Oriente Médio surge como núcleo importante na produção petroquímica mundial: a região, atualmente, responde por 7% da produção mundial, mas deverá superar 20% em 2015. Também a América Latina, a despeito dos modestos atuais 4% na produção mundial, poderá ter uma posição de mais destaque, pois conta com importantes reservas de matérias-primas e, em casos como o brasileiro, experiência na produção petroquímica.

Até recentemente, a liderança petroquímica mundial parecia determinada pelo estágio de desenvolvimento econômico dos países, mas tudo indica que essa racionalidade mudou com as perspectivas futuras de esgotamento da oferta de recursos fósseis em 40 anos, com estimativas de que entre 13 e 15 anos mais de 60% dos poços de petróleo em produção estarão secos. Agora, o dinamismo futuro da petroquímica passa a estar atrelado ao contro-

Considerações Finais

le das fontes (disponibilidade e custos) da matéria-prima, além do acesso a mercados, que determinam a reestruturação em curso na indústria.

O primeiro sinal parece ser o deslocamento da oferta para o Oriente Médio, pelas vantagens de custo e disponibilidade de matéria-prima, além de investimentos adicionais na Ásia, decorrentes da crescente representatividade dos mercados asiáticos, que imprimirá grandes mudanças no cenário mundial. Em particular, os investimentos no Oriente Médio, onde estão localizadas as principais reservas de petróleo e gás, com a transformação dos países desenvolvidos em importadores líquidos, significam que durante muitos anos a indústria petroquímica mundial será fortemente influenciada por esta região. Por outro lado, os novos investimentos partem de arranjos novos com parcerias inéditas e *joint ventures* entre tradicionais líderes químicas mundiais e empresas nacionais de petróleo e suas subsidiárias. Por fim, a insuficiência mundial de matérias-primas petroquímicas tem gerado também um novo ímpeto à inovação, com foco principal na flexibilidade de matérias-primas, em uma indústria que parecia ter alcançado sua maturidade tecnológica.

Ainda que os países latino-americanos tenham tido participação limitada durante todo o desenvolvimento e consolidação da indústria petroquímica, as perspectivas mundiais de conversão de Europa, Estados Unidos e Ásia em importadores líquidos de produtos petroquímicos apontam novas oportunidades para a região, seja pela via do comércio exterior, seja pela internacionalização de suas empresas, eventualmente por meio de uma atuação regionalizada e podendo também envolver parcerias.

Esse cenário internacional impõe, contudo, grandes desafios para a petroquímica latino-americana, com a necessidade de ampliação de investimentos e do porte das empresas, além de uma provável definição de estratégias mais agressivas.

No caso da petroquímica brasileira, os principais obstáculos à expansão, como o porte reduzido das empresas e a oferta insuficiente de matérias-primas, parecem equacionados pela consolidação recente e pela oferta de matérias-primas alternativas, além dos novos investimentos em refino e, principalmente, da exploração do pré-sal, que abre perspectivas auspiciosas para inserção no cenário internacional.

No entanto, se as previsões das consultorias SRI e Nexant já indicavam perspectivas mundiais de sobre capacidade, com previsão de queda no nível de utilização de capacidade e início do ciclo de baixa, com duração até 2013 [Petro & Química (2007)], um

cenário mais sombrio começa a ser visível diante das perspectivas de recessão global. Nesse sentido, se materializadas previsões como do FMI para crescimento da economia mundial de apenas 0,5% em 2009, certamente serão ampliados os riscos de sobre capacidade e a pressão sobre os preços e margens da petroquímica. É, contudo, improvável a reversão das tendências identificadas de deslocamento da oferta, uma vez que boa parte dos investimentos já está em curso, mas certamente resultará em nova onda protecionista dos países desenvolvidos, confirmando tendência já desenhada nos últimos anos com o surgimento de barreiras não-tarifárias ao comércio internacional de substâncias químicas nos blocos da União Europeia (por meio do regulamento REACH) e do Nafta (por meio do regulamento ChAMP).

No caso da petroquímica brasileira, a possibilidade é o avanço histórico, que dependerá, no entanto, do enfrentamento da crise global, da capacidade de resposta das empresas brasileiras e, principalmente, de políticas ativas para assegurar os investimentos estruturais do pré-sal e a expansão da petroquímica, inclusive com medidas destinadas ao fortalecimento do segmento de transformados plásticos, mesmo diante das incertezas da economia mundial.

Referências

ABIQUIM – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA. *Anuário da Indústria Química*, 2007b.

_____. *Demanda de matérias-primas petroquímicas e provável origem até 2020*. São Paulo: Abiquim, GT – Matérias-Primas Petroquímicas/Comissão de Economia, nov. 2007 (2007a).

APPE – ASSOCIATION OF PETROCHEMICALS PRODUCERS IN EUROPE. *Western European market review*. Bruxelas: Association of Petrochemicals Producers in Europe, 2006. Disponível em: <<http://www.petrochemistry.net/>>. Acesso em: 26.2.2008.

BASTOS, Valéria D. “Biopolímeros e polímeros de matérias-primas renováveis”. *Revista do BNDES*, v. 14, n. 28, p. 201-234, BNDES, Rio de Janeiro, dez. 2007.

BOERO, Alejandro Gomez. *Competitividade de la Industria Química Latinoamericana*. Apresentado no “IV Congresso da Indústria Química do Mercosul/VIII Congresso Brasileiro de Petroquímica”, IBP, Rio de Janeiro, 18-20 mai. 2008.

BORGES, Luiz F. X. “O acordo de acionistas como instrumento da política de fomento do BNDES: o pólo de Camaçari”. *Revista do BNDES*, v. 14, n. 28, p. 55-92, BNDES, Rio de Janeiro, dez. 2007.

- BP – BRITISH PETROLEUM. Statistical Review of World Energy, jun. 2007. Disponível em: <<http://www.bp.com>>. Acesso em: 20.2.2008.
- BRADESCO. Química e Petroquímica, Bradesco/Depec – Departamento de Pesquisas e Estudos Econômicos, mai. 2008.
- BRASIL ENERGY, a. 29, n. 407, 1º abr. 2008.
- C&EN. Chemical and Engineering News, v. 86, n. 2, p. 15-30, jan. 2008. Disponível em: <<http://pubs3.acs.org/cen/coverstory/86/8602cover.html>>. Acesso em: 26.2.2008.
- CHEMICAL WEEK, 26 de setembro de 2007, p. 21-33.
- CHEMSYSTEMS. ChemSystems Courses, 2008a.
- _____. Olefins Markets at Turning Point, Chemsystems Olefins Report, 2008b. Acesso em 29.7.2008.
- COELHO, José Ricardo Roriz. *Análise da competitividade do setor de transformação de plásticos brasileiro*. Diretor titular do Departamento de Competitividade e Tecnologia (Decomtec) da Fiesp, mar. 2008.
- COUTINHO, Luciano G. “A transição da petroquímica brasileira em direção ao paradigma mundial: uma avaliação do ato de concentração que originou a Braskem S.A.”, sem data.
- DANTAS NETO, Afonso A. & GURGEL, Alexandre. “Curso refino de petróleo e petroquímica”. Centro de Tecnologia/Departamento de Engenharia Química/UFRN, PRH-ANP-14, sem data.
- EL BANNA, SANAA. *Global and Arab petrochemicals industries: a future vision*. Apresentado na “VIII Arab Energy Conference”, Amã, Jordânia, 14-17 mai. 2006.
- GEROSA, Tatiana M. *O estudo da utilização do gás natural como insumo para a indústria química e petroquímica: modelagem de uma planta gás-química*. São Paulo: Programa Interunidades de Pós-graduação em Energia/USP, 2007 (Dissertação de Mestrado).
- GIELEN, Dolf et al. IEA petrochemical scenarios for 2030-2050: energy technology perspectives. Paris: International Energy Agency, 2007. Disponível em: <http://www.iea.org/textbase/work/2006/petrochemicals/Discussion_Paper.pdf>. Acesso em 18.4.2008.
- GLASS, Sherman J. “*Sharing perspectives on the global petrochemical industry*”. ExxonMobil Chemical senior vice president, apresentação na CMAI World Petrochemical Conference, Houston, TX, 21 mar. 2007.

- GOMES, Gabriel L. et al. "Indústria petroquímica brasileira: situação atual e perspectivas". *BNDES Setorial*, n. 21, p. 75-104, BNDES, Rio de Janeiro, mar. 2005.
- HIRATUKA, Célio et al. "Limites e possibilidades do Brasil nas configurações produtivas globalizadas: A indústria petroquímica". *Relatório de Pesquisa*, Araraquara e Campinas, abr. 2000.
- KANI, Masaru. *Petrochemical industry in China*. Mitsubishi Chemical Techno-Research Corporation. Apresentado no "V Global Petrochemicals Conference", Dusseldorf, 4-6 mar. 2008.
- KPMG. *Key issues for rising national oil companies*. KPMG International, 2008.
- KUPFER, David. *Estrutura e estratégia na cadeia petroquímica – plástico*. Apresentado no "Fórum LatinoPlast", Gramado, 23 set. 2004.
- LIMA NETO, Ernesto P. de et al. *Metanol como produto estruturante das cadeias químicas e de energia*. Apresentado no "IV Congresso da Indústria Química do Mercosul/VIII Congresso Brasileiro de Petroquímica", IBP, Rio de Janeiro, 18-20 mai. 2008.
- LÁSZLÓ, Piry. *Key success factors in CEE Petrochemicals*. Grupo MOL, apresentado na Global Petrochemicals, World Refining Association (WRA), Dusseldorf, 4-6 mar. 2008.
- MERCADO, Alexis. *A indústria petroquímica venezuelana: possibilidades de desenvolvimento em função da disponibilidade de matérias-primas*. Apresentado no "IV Congresso da Indústria Química do Mercosul/VIII Congresso Brasileiro da Indústria Petroquímica", IBP, Rio de Janeiro, mai. 2008.
- NEXANT. Apresentação no "XXVI Annual Latin American Petrochemical Seminar", 10 nov. 2006.
- PAROLIN, João B. *"Petroquímica brasileira: matérias-primas e novas tecnologias"*. Apresentado no IV Congresso da Indústria Química do Mercosul/VIII Congresso Brasileiro da Indústria Petroquímica", IBP, Rio de Janeiro, 18-20 mai. 2008.
- PEREIRA, Roberta A. et al. *Tendências tecnológicas e mercadológicas dos principais produtos petroquímicos básicos: eteno e propeno*. IV PDPETRO, Campinas, São Paulo, 21-24 out. 2007.
- Petrobras. *"Foco Petrobras/Petroquisa"*. Apresentação de Aquino, Paulo C. A. no "IV Congresso da Indústria Química do Mercosul/VIII Congresso Brasileiro da Indústria Petroquímica", IBP, Rio de Janeiro, 18-20 mai. 2008.
- PETRO & QUÍMICA. "O futuro da petroquímica". *Petro & Química*, n. 293, 2007. Disponível em: <<http://www.editoravalete.com.br/site%5Fpetroquímica/>>. Acesso em: 8.1.2009.

QUIMAX REPORT. The QuiMax Montly Report, diversos números. Disponível em: <<http://www.quimaxlatin.com>>. REISCH, Marc S. "75 years of industrial progress: from coal tar to crafting wealth of diversity". C&EM Northeast News Bureau, American Chemical Society, Chemical & Engineering News, 12 jan. 1998.

SANCHES, Cláudio B. et al. *Aspectos técnicos e econômicos da metátese de olefinas com destaque para o cenário brasileiro*. Apresentado no "IV Congresso da Indústria Química do Mercosul/VIII Congresso Brasileiro da Indústria Petroquímica", IBP, Rio de Janeiro, 18-20 mai. 2008.

SANTOS, Daniela T. dos. "Padrão de mudança econômica das empresas químicas e petroquímicas mundiais". *Ensaio FEE*, Porto Alegre, v. 27, p. 93-108, mai. 2006.

SBRT/RETEC – SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS/REDE DE TECNOLOGIA DA BAHIA, 27.07.2007. Disponível em: <<http://www.sbrt.ibict.br>>. Acesso em: 28.5.2008.

SILVEIRA, José Maria F. J. et al. *Uma agenda de competitividade para a indústria paulista: indústria petroquímica*. São Paulo: IPT/Secretaria de Desenvolvimento do Estado de São Paulo, fev. 2008.

SPARSHOTT, Andrew. *Russia's expanding petrochemical industry*. Circ, apresentado no "V Global Petrochemicals Conference", Dusseldorf, 4-6 mar. 2008.

VALOR. "Petróleo vai acabar e etanol ganhará espaço, avalia professor da USP", 29.5.2005.